

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ НА УПН

Н.С. Корпусова, А.А. Сидорова  
Томский политехнический университет  
E-mail: nsk25@tpu.ru

## Введение

В настоящее время на территории РФ почти все нефтяные месторождения находятся или находились на пике по объему извлекаемых природных ресурсов, ресурсоэффективность этих месторождений со временем будет только понижаться, а качество добываемых полезных ископаемых снижаться. Качество нефти зависит от примесей и обводненности нефти. Нефть с высочайшим содержанием воды приводит к поломкам оснащения для транспортировки и переработки углеводородного сырья. Поскольку качество нефти постоянно меняется, отсутствуют адекватные модели, описывающие технологический процесс сепарации в горизонтальных/вертикальных сепараторах и гидроциклонах [1]. Вследствие чего ухудшается качество управления технологическим процессом обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии.

На начальном этапе разработки месторождения добывается нефть практически без содержания воды. Чем дольше эксплуатируется месторождение, тем нефть становится более обводненной. В итоге водонефтяная эмульсия, получаемая из пласта, может содержать до 90% воды. Перерабатывать нефть начинают при содержании водяной фазы менее 0,3%.

Присутствие водных растворов минеральных солей опасно для оборудования и аппаратов, влечет за собой скорый процесс износа оборудования. Во избежание таких процессов необходимо качественно подготавливать нефть. Одним из самых важных процессов подготовки нефти является обезвоживание.

## Концептуальное моделирование процесса управления обезвоживанием нефти

Гравитационное разделение углеводородов основано на расслоении, являющееся результатом воздействия силы гравитации на частицы в зависимости от плотности и крупности этих частиц [1]. Оно применяется при высоком содержании воды в пластовой жидкости. Этот способ требует больших временных затрат.

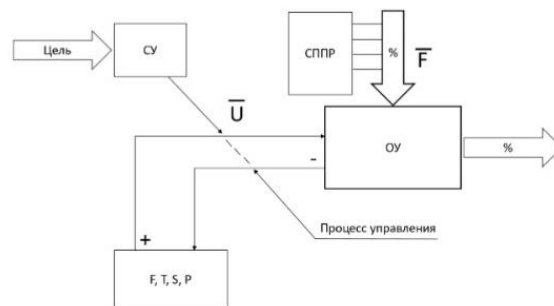
Процессы обессоливания и обезвоживания водонефтяной эмульсии происходят одновременно, поэтому за всю систему будем брать полный процесс подготовки углеводородной жидкости. На рисунке 1 за подсистему возьмём процесс, который отвечает за управление процессом обезвоживания нефти. Весь процесс очистки нефти, подготовки и переработки примем за надсистему. Самой же системой управления

процессом обезвоживания смеси жидких углеводородов будет подсистема, функционирующая с внешней средой, а также зависящая от неё (рисунок 1).



Рис. 1. Структура управления системой переработки смеси жидких углеводородов

Зависимость элементов представлена на рисунке 2. Значения параметров установки обезвоживания являются управляющими воздействиями: частота вращения диска, давление, расход, температура нефти. В качестве возмущения примем обводненность смеси жидких углеводородов. В блоке СППР отражена взаимозависимость всех параметров процесса.



ОУ – объект управления, F – возмущающие воздействия, T – температура нефти, СУ – субъект управления, % – обводненность нефти, СППР – система поддержания принятия решений, F – расход нефти, U – управляющие воздействия, S – частота вращения диска, P – давление нефти.

Рис. 2. Взаимозависимость составляющих модуля

Система управления определяется: объектом управления, средствами измерения, задачей и внешним воздействием [2]. Целью создания системы является увеличение продуктивности обезвоживания смеси жидких углеводородов в центробежной установке. Схема обезвоживающей установки с диском представлена на рисунке 3.

Установка представляет вращающийся диск, позволяющий добиться максимального обезвоживания нефти [3]. Система управления направлена на оптимизацию процесса

обезвоживания путем регулирования параметров технологического процесса, а также на повышение уровня энергосбережения за счет снижения количества приборов.

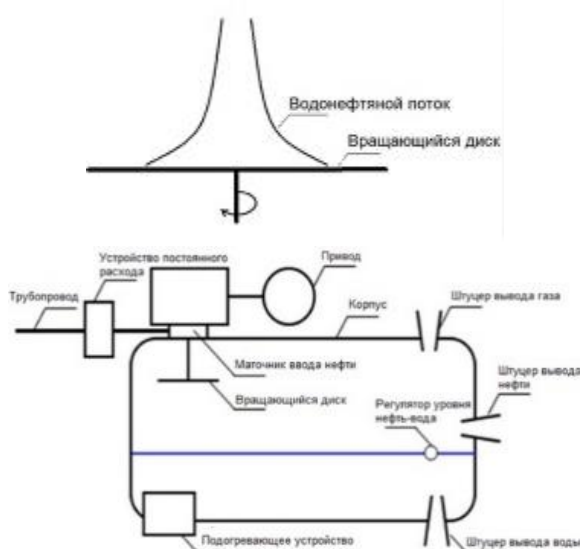


Рис. 3. Схема обезвоживающей установки с вращающимся диском

Предмет дальнейшего рассмотрения – «черный ящик» модели управления процессом обезвоживания смеси жидких углеводородов. Данная система определяет собой «вход – предмет управления – выход». Значение на выходе – расход нефтяной жидкости, зависящий от входных значений, показан на рисунке 4.

При этом интенсивность скорости вращения, радиус диска, высота потока водонефтяной эмульсии и угол наклона примем за входные значения.

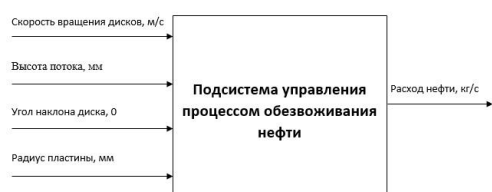


Рис. 4. Модель «черного ящика» подсистемы управления процессом обезвоживания нефти  
Для анализа было выбрано программное средство AllFusion Process Modeler 7, программа позволяет поддерживать целостность объектов модели. Результаты построения диаграмм процесса обезвоживания жидких углеводородов представлены на рисунках 5 и 6.

Во второй диаграмме (рис. 6) первый блок отвечает за поддержание расхода жидкости на входе установки. На крутящийся диск, установленный под углом, попадает жидкость, растекающаяся по диску. Вследствие чего происходит выделение газа, вода и смесь жидких углеводородов оседают на самом дне отстойника. В системе также предусмотрен нагрев водонефтяной эмульсии, ускоряющий процесс сепарации. Потоки воды и нефти выходят из

установки при достижении определенного уровня [4].

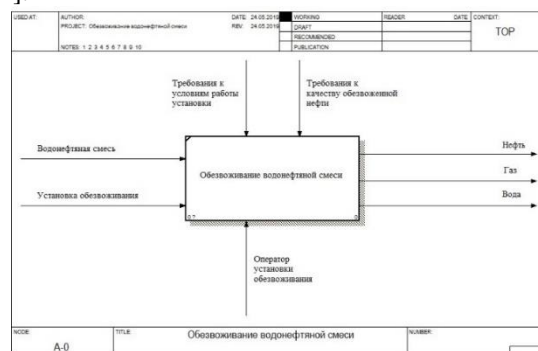


Рис. 5. Диаграмма процесса обезвоживания нефти (родительская)

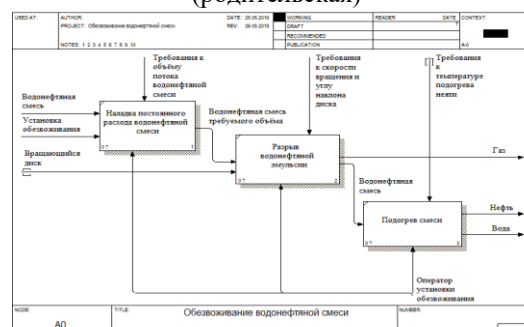


Рис. 6. Диаграмма АО процесса обезвоживания нефти

## Заключение

В результате исследования процесса обезвоживания нефти создана модель, которая повысит эффективность и точность разделения водонефтяной эмульсии, качество очистки смеси жидких углеводородов. На основе модели разработана система управления, оценивающая характеристики эмульсии.

## Список использованных источников

1. Сидорова А.А. Разработка системы управления подготовкой нефти// Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных/ ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – С. 213-214.
2. Сахабутдинов Р.З., Губайдуллин Ф.Р., Исмагилов И.Х., Космачева Т.Ф. Особенности формирования и разрушения водонефтяных эмульсий на поздней стадии разработки нефтяных месторождений - М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2005. – 324 с.
3. Миронов С.В., Пищухин А.М. Метасистемный подход в управлении: Монография. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 338 с.
4. Фарахов М.И. Энергоресурсосберегающие модернизации установок разделения и очистки газов и жидкостей на предприятиях нефтегазохимического комплекса: Диссертация доктора тех. наук. Казань, 2009. – 305 с.